

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-28366

(P2000-28366A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

2 F 1 0 5

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平10-211845

(22)出願日 平成10年7月10日(1998.7.10)

(71)出願人 00006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 根来 泰宏

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74)代理人 100079441

弁理士 広瀬 和彦

Fターム(参考) 2F105 BB07 BB17 CC04 CD03 CD05

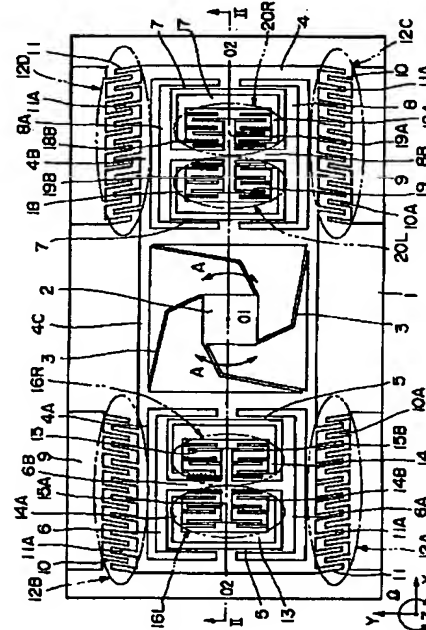
CD13 CD20

(54)【発明の名称】 角速度センサ

(57)【要約】

【課題】 加速度が加わったときでも、加速度による影響を受けることなく角速度を検出し、角速度の検出感度を高める。

【解決手段】 基板1には、支持部2、回転支持梁3を介して回転振動体4を取付け、この回転振動体4を振動発生部12A~12Dによって軸線O1-O1を中心に回転振動させる。また、回転振動体4の左側の口字状枠部4A内には第1の支持梁5を介して第1のH字状振動部6を配設すると共に、右側の枠部4B内には第2の支持梁5を介して第2のH字状振動部8を配設する。そして、回転振動体4を回転振動させた状態で軸線O1-O1の周りに角速度 Ω が加わると、第1、第2のH字状振動部6、8は軸線O1-O1を中心としてX軸方向で点対称に振動する。このときの第1、第2のH字状振動部6、8の変位を第1、第2の変位検出部16L、16R、20L、20Rによって検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平板状の基板と、

回転振動の中心である該基板に垂直な中心軸から基板上を左、右方向に伸長して形成され、該中心軸の位置に回転支持梁によって回転振動可能に支持された回転振動体と、

該回転振動体の左、右方向の一端側に位置して設けられ、第1の支持梁によって左、右方向に振動可能に支持された第1の振動体と、

前記回転振動体の左、右方向の他端側に位置して設けられ、第2の支持梁によって左、右方向に振動可能に支持された第2の振動体と、

前記回転振動体を回転振動させて第1の振動体を前、後方向に振動させたときには第2の振動体を後、前方向に振動させる回転振動発生手段と、

該回転振動発生手段により回転振動体に回転振動を与えている状態で、回転振動体の中心軸の周りに角速度が加わったときに左、右方向に振動する前記第1の振動体の変位を検出する第1の変位検出手段と、

該回転振動発生手段により回転振動体に回転振動を与えている状態で、回転振動体の中心軸の周りに角速度が加わったときに左、右方向に振動する前記第2の振動体の変位を検出する第2の変位検出手段とから構成してなる角速度センサ。

【請求項2】 前記回転支持梁は、中心軸の位置で基板上に設けられた支持部と前記回転振動体との間に渦巻状に配置してなる請求項1に記載の角速度センサ。

【請求項3】 前記回転振動体に対し、前記第1の振動体と第2の振動体とは中心軸を中心として左、右方向で対称な位置に設けてなる請求項1または2に記載の角速度センサ。

【請求項4】 前記第1の支持梁のばね定数と前記第2の支持梁のばね定数とがほぼ等しい値に設定し、前記第1の振動体の質量と前記第2の振動体の質量とがほぼ等しい値に設定してなる請求項1、2または3に記載の角速度センサ。

【請求項5】 前記回転振動体は、左、右方向の両端側に口字状枠部を有し、前記第1の振動体は、左、右方向の一端側の口字状枠部内に配設された第1のH字状振動部からなり、前記第2の振動体は、左、右方向の他端側の口字状枠部内に配設された第2のH字状振動部からなり、前記第1の変位検出手段は、前記第1のH字状振動部に設けられた第1の可動側電極と、前記回転振動体の左、右方向の一端側の口字状枠部内に配置され基板上に設けられた第1の固定側電極とから構成し、前記第2の変位検出手段は、前記第2のH字状振動部に設けられた第2の可動側電極と、前記回転振動体の左、右方向の他端側の口字状枠部内に配置され基板上に設けられた第2の固定側電極とから構成してなる請求項1、2、3または4に記載の角速度センサ。

【請求項6】 前記回転振動発生手段は、前記回転振動体の左、右方向の一端側に位置して前記回転振動体の前、後方向に離間して設けられ、第1の振動体を前、後方向に振動させる第1、第2の振動発生器と、前記回転振動体の左、右方向の他端側に位置して前記回転振動体の前、後方向に離間して設けられ第2の振動体を前、後方向に振動させる第3、第4の振動発生器とから構成し、

中心軸を中心として点対称となる位置に配設された第1、第4の振動発生器には同位相の駆動信号を入力して第1の振動体を前側に変位させるときには第2の振動体を後側に変位させ、中心軸を中心として点対称となる位置に配設された第2、第3の振動発生器には同位相の駆動信号を入力して第1の振動体を後側に変位させるときには、第2の振動体を前側に変位させてなる請求項1、2、3、4または5に記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば移動する物体、回転体等に作用する角速度を検出するのに用いて好適な角速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、従来技術による角速度センサとしては、特開平5-312576号公報等に記載されたものが知られている。

【0003】ここで、この特開平5-312576号公報に記載された角速度センサは、基板、第1、第2の振動体、振動発生手段、変位検出手段とから大略構成されている。

【0004】そして、第1の振動体は、第1の支持梁によって基板に支持されると共に、基板に対して水平な第1の軸の方向に振動可能に設けられている。また、第2の振動体は、第2の支持梁によって第1の振動体に支持され、第1の軸方向に直交し基板に対して水平な第2の軸の方向に振動可能となっている。このため、第2の振動体は、基板に対して水平な状態で第1、第2の軸の方向に振動可能となっている。

【0005】そして、振動発生手段は、第1の振動体に第1の軸方向に振動を与える。この状態で、第1、第2の軸の方向に直交する第3の軸、即ち基板に垂直な回転軸の周りに角速度が加わったときには、この角速度に応じたコリオリ力によって第2の振動体が第2の軸方向に変位する。このため、変位検出手段は、この第2の振動体に生じる第2の軸方向に変位を検出し、角速度を検出するものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来技術による角速度センサでは、第2の軸の方向に加速度が加わったときには、この加速度によって第2の振動体が第2の軸の方向に変位する。このとき、変位検出手

段は、このような加速度による第2の振動体の変位量も角速度によるものとして検出する。即ち、センサ全体が基板に垂直な第3の軸を中心として回転しないときであっても、第2の軸の方向に加速度が加わったときには、角速度検出手段は、第2の振動体の変位量を検出してし
まう。

【0007】このように、第2の軸の方向に加速度が加わったときには、この加速度による第2の振動体の変位量がノイズとして加わってしまうため、角速度の検出精度が低下するという問題がある。

【0008】本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明は第2の軸の方向に加速度が加わったときでも、第3の軸の周りに加わる角速度が検出可能な角速度センサを提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、請求項1の発明による角速度センサの構成は、平板状の基板と、回転振動の中心である該基板に垂直な中心軸から基板上を左、右方向に伸長して形成され、該中心軸の位置に回転支持梁によって回転振動可能に支持された回転振動体と、該回転振動体の左、右方向の一端側に位置して設けられ、第1の支持梁によって左、右方向に振動可能に支持された第1の振動体と、前記回転振動体の左、右方向の他端側に位置して設けられ、第2の支持梁によって左、右方向に振動可能に支持された第2の振動体と、前記回転振動体を回転振動させて第1の振動体を前、後方向に振動させたときには第2の振動体を後、前方向に振動させる回転振動発生手段と、該回転振動発生手段により回転振動体に回転振動を与えている状態で、回転振動体の中心軸の周りに角速度が加わったときに左、右方向に振動する前記第1の振動体の変位を検出する第1の変位検出手段と、該回転振動発生手段により回転振動体に回転振動を与えている状態で、回転振動体の中心軸の周りに角速度が加わったときに左、右方向に振動する前記第2の振動体の変位を検出する第2の変位検出手段とからなる。

【0010】このように構成したことにより、回転振動発生手段は回転振動体を基板上で回転振動させて第1の振動体を前、後方向に振動させたときに第2の振動体を後、前方向に振動させる。そして、回転振動体が回転振動している状態で、センサ全体に回転振動体の回転軸周りに角速度が加わったときには、この角速度に応じたコリオリ力が第1、第2の振動体に作用する。このとき、第1、第2の振動体は前、後方向で互いに逆方向に振動しているから、第1、第2の振動体に作用するコリオリ力は逆方向に作用し、第1、第2の振動体は回転振動体の中心軸を中心にして左、右方向で点対称に振動する。即ち、第1の振動体が左、右方向の一侧に向けて変位したときには、第2の振動体は左、右方向の他側に向けて変位する。

【0011】そして、第1の変位検出手段によって第1の振動体の左、右方向の一侧への変位を検出したときには、第2の変位検出手段によって第2の振動体の左、右方向の他側への変位を検出する。このため、第1、第2の変位検出手段からの検出信号を用いることによって、センサ全体に加わった角速度を検出することができる。

【0012】また、センサ全体に例えば左、右方向の一侧に向けて加速度が加わったときには、この加速度によって第1、第2の振動体はその慣性によって左、右方向の他側に向けて変位する。この状態で、センサ全体に回転振動体の中心軸周りに角速度が加わったときには、例えば第1の振動体の左、右方向への変位量は大きくなり、第1の振動体の変位量は角速度による変位量と加速度による変位量とを加算した値になる。一方、第2の振動体の左、右方向への変位量は小さくなり、第2の振動体の変位量は角速度による変位量と加速度による変位量とを減算した値になる。このため、第1、第2の変位検出手段からの検出信号を加算することによって、加速度による検出信号を相殺し、角速度による検出信号のみを取り出すことができる。

【0013】また、請求項2の発明は、回転支持梁を中心軸の位置で基板上に設けられた支持部と前記回転振動体との間に渦巻状に配置したことにある。

【0014】これにより、回転支持梁は全体に亘って撓み変形することによって、回転振動体を中心軸を中心に回転振動可能に支持することができる。

【0015】また、請求項3の発明は、第1の振動体と第2の振動体とを中心軸を中心として左、右方向で対称な位置に設けたことにある。

【0016】これにより、回転振動体を回転振動させたときに、第1の振動体と第2の振動体とを左、右方向に沿って対称に同一の速度で振動させることができる。これにより、角速度によって第1、第2の振動体の変位するときの変位寸法をほぼ等しくすることができる。このため、第1の変位検出部による変位信号と第2の変位検出器による変位信号とのうち、角速度による信号の大きさをほぼ等しくすることができる。

【0017】また、請求項4の発明は、第1、第2の支持梁のばね定数をほぼ等しい値に設定すると共に、第1、第2の振動体の質量をほぼ等しい値に設定したことにある。

【0018】このように構成したことにより、回転振動体の接線方向に加速度が加わったときには、第1の振動体と第2の振動体とがほぼ等しい寸法だけ変位する。このため、種々の演算を施すことなく、第1の変位検出部による変位信号と第2の変位検出器による変位信号とを用いることによって、加速度による変位容量を容易に相殺することができる。

【0019】また、請求項5の発明は、回転振動体は、左、右方向の両端側に口字状枠部を有し、前記第1の振

動体は、左、右方向の一端側のロ字状枠部に配設された第1のH字状振動部からなり、前記第2の振動体は、左、右方向の他端側のロ字状枠部に配設された第2のH字状振動部からなり、前記第1の変位検出手段を、前記第1のH字状振動部に設けられた第1の可動側電極と、前記回転振動体の左、右方向の一端側のロ字状枠部に配置され基板上に設けられた第1の固定側電極とから構成し、前記第2の変位検出手段を、前記第2のH字状振動部に設けられた第2の可動側電極と、前記回転振動体の左、右方向の他端側のロ字状枠部に配置され基板上に設けられた第2の固定側電極とから構成したことにある。

【0020】これにより、回転振動体が回転振動したときには、左、右方向の一端側のロ字状枠部は前、後方向に振動し、他端側のロ字状枠部は後、前方向に振動する。このため、各ロ字状枠部に配設された第1、第2のH字状振動部は、前、後方向で互いに逆方向に振動する。

【0021】そして、第1の可動側電極と第1の固定側電極とは、これら第1の可動側電極と第1の固定側電極との間の静電容量を検出し、第1のH字状振動部の左、右方向の変位量を検出する。また、第2の可動側電極と第2の固定側電極とは、これら第1の可動側電極と第1の固定側電極との間の静電容量を検出し、第2のH字状振動部の左、右方向の変位量を検出する。

【0022】さらに、請求項6は、回転振動発生手段を、前記回転振動体の左、右方向の一端側に位置して前記回転振動体の前、後方向に離間して設けられ、第1の振動体を前、後方向に振動させる第1、第2の振動発生器と、前記回転振動体の左、右方向の他端側に位置して前記回転振動体の前、後方向に離間して設けられ第2の振動体を前、後方向に振動させる第3、第4の振動発生器とから構成し、中心軸を中心として点対称となる位置に配設された第1、第4の振動発生器には同位相の駆動信号を入力して第1の振動体を前側に変位させるときには第2の振動体を後側に変位させ、中心軸を中心として点対称となる位置に配設された第2、第3の振動発生器には同位相の駆動信号を入力して第1の振動体を後側に変位させるときには第2の振動体を前側に変位させたことにある。

【0023】このように構成したことにより、第1～第4の振動発生器は、中心軸を中心として回転振動体を回転振動させることができる。そして、第1、第4の振動発生器は、中心軸を中心として点対称となる位置に配設されると共に、同位相の駆動信号によって駆動する。このため、第1、第4の振動発生器は、第1の振動体を前側に変位させるときには第2の振動体を後側に変位させることができる。

【0024】また、第2、第3の振動発生器は、中心軸を中心として点対称となる位置に配設されると共に、同

位相の駆動信号によって駆動する。このため、第2、第3の振動発生器は、第1の振動体を後側に変位させるときには第2の振動体を前側に変位させることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る角速度センサの実施の形態を、図1ないし図5を参照しつつ詳細に説明する。

【0026】1は角速度センサの基台をなして前、後方向と左、右方向とに向って平板状に形成された基板で、該基板1は例えばガラス材料によって矩形状に形成されている。ここで、例えば基板1の前、後方向がY軸方向とし、該Y軸方向に直交して基板1の左、右方向がX軸方向とする。そして、基板1に垂直な方向をZ軸方向とする。

【0027】2は基板1のほぼ中心位置に設けられた支持部で、該支持部2は略直方体状に形成され、支持部2の四隅には後述する回転支持梁3の基端側が取付けられている。そして、支持部2は、後述の回転振動体4、第1、第2の支持梁5、7、第1、第2のH字状振動部6、8等と共に、P、Sb等がドーピングされた低抵抗なポリシリコン、単結晶シリコン等によって一体的に形成されている。

【0028】3、3、…は支持部2から基板1の外側に向けて略渦巻状に延びる4本の回転支持梁で、該各回転支持梁3は、支持部2と回転振動体4との間に配設され、その基端側は支持部2の四隅に取付けられると共に、先端側は回転振動体4に取付けられている。また、各回転支持梁3は、略渦巻状に延びる途中に屈曲部を有し、略く字状に形成されている。そして、これら4本の回転支持梁3は、支持部2を中心として回転振動体4を基板1に水平な状態に支持している。

【0029】4は回転支持梁3によって基板1の表面から離間した状態で支持された回転振動体で、該回転振動体4は、基板1に垂直な中心軸となる軸線O1-O1から基板1上をX軸方向に向って伸長して形成されている。そして、回転振動体4は、回転支持梁3によって軸線O1-O1を中心として回転振動可能に支持されている。

【0030】そして、回転振動体4は、左、右方向(X軸方向)の両端側に設けられた略四角形状の左側、右側のロ字状枠部4A、4Bと、該ロ字状枠部4A、4B間に設けられた略四角形状の中央のロ字状枠部4Cとから構成され、これらのロ字状枠部4A～4Cによって略梯子状に形成されている。

【0031】また、中央のロ字状枠部4C内には支持部2が配置されると共に、ロ字状枠部4Cの角隅部には各回転支持梁3の先端側が取付けられている。このため、回転振動体4は、4本の回転支持梁3を介して支持部2に取付けられ、基板1に水平な状態で軸線O1-O1を中心に図1中の矢示A方向に回転振動が可能となってい

る。そして、回転振動体4は、回転振動体4の質量、第1、第2のH字状振動部6、8の質量、回転支持梁3のばね定数によって設定される共振周波数 f_1 で回転振動するものである。

【0032】5、5、…は4本の第1の支持梁で、該各支持梁5は、基端側が回転振動体4の口字状枠部4A内に位置して前、後方向(Y軸方向)に延びる辺の中央に取付けられ、Y軸方向に向けて延びている。そして、各支持梁5の先端側は、第1のH字状振動部6に取付けられている。

【0033】6は回転振動体4の左側の口字状枠部4A内に配設された第1の振動体としての第1のH字状振動部で、該H字状振動部6は、X軸方向に向って延びる2本の腕部6Aと、該各腕部6Aを連結する連結部6Bとによって略H字状に形成され、各腕部6Aの両端側が各支持梁5の先端側に取付けられている。このため、第1のH字状振動部6は、4本の支持梁5を介して回転振動体4に取付けられ、X軸方向に振動可能となっている。また、第1のH字状振動部6の連結部6Bには、X軸方向に向けて後述する第1の可動側検出電極15、15が形成されている。

【0034】そして、第1のH字状振動部6は、第1のH字状振動部6の質量、第1の支持梁5のばね定数によって設定される共振周波数 f_2 で振動するものである。また、第1のH字状振動部6の共振周波数 f_2 と回転振動体4の共振周波数 f_1 とはほぼ等しい値に設定されている。これにより、第1のH字状振動部6に作用するコリオリ力 F を大きくし、軸線O1-O1の周りに角速度 Ω が加わったときに、第1のH字状振動部6をより大きくX軸方向に変位させることができる。

【0035】7、7、…は4本の第2の支持梁で、該各支持梁7は、第1の支持梁5とほぼ同様に形成され、基端側が回転振動体4の口字状枠部4B内に位置して前、後方向(Y軸方向)に延びる辺の中央に取付けられ、Y軸方向に向けて延びている。そして、各支持梁7の先端側は、第2のH字状振動部8に取付けられている。

【0036】8は回転振動体4の右側の口字状枠部4B内に配設された第2の振動体としての第2のH字状振動部で、該H字状振動部8は、第1のH字状振動部6とほぼ同様にX軸方向に向って延びる2本の腕部8Aと、該各腕部8Aを連結する連結部8Bとによって略H字状に形成され、各腕部8Aの両端側が各支持梁7の先端側に取付けられている。このため、第2のH字状振動部8は、4本の支持梁7を介して回転振動体4に取付けられ、X軸方向に振動可能となっている。また、第2のH字状振動部8の連結部8Bには、X軸方向に向けて後述する第2の可動側検出電極19、19が形成されている。

【0037】そして、支持部2、第1、第2の支持梁5、7、第1、第2のH字状振動部6、8のうち支持部

2のみが基板1に固着され、第1、第2の支持梁5、7、第1、第2のH字状振動部6、8は前記基板1から所定間隔を離間した水平状態で支持されている。また、各第1の支持梁5はY軸方向に伸長しているから、X軸方向に撓ませることにより、第1のH字状振動部6をX軸方向に変位させることができる。同様に、各第2の支持梁7もY軸方向に伸長しているから、X軸方向に撓ませることにより、第2のH字状振動部8をX軸方向に変位させることができる。

【0038】また、第2のH字状振動部8の質量は第1のH字状振動部6の質量とほぼ等しい値に設定されると共に、第2の支持梁7のばね定数は第1の支持梁5のばね定数とほぼ等しい値に設定されている。このため、第2のH字状振動部8は、第1のH字状振動部6の共振周波数 f_2 とほぼ等しい値の共振周波数 f_3 で振動するものである。

【0039】そして、第2のH字状振動部8は、回転振動体4が回転振動している状態で、軸線O1-O1の周りに角速度 Ω が加わったときには、軸線O1-O1を中心として第1のH字状振動部6とはX軸方向で点対称となる振動を行うものである。

【0040】即ち、図2に示すように第1のH字状振動部6が軸線O1-O1に接近する方向となる矢示B1方向に向けて変位するときには、第2のH字状振動部8も軸線O1-O1に接近する方向となる矢示C1方向に向けて変位する。また、第1のH字状振動部6が軸線O1-O1から離間する方向となる矢示B2方向に向けて変位するときには、第2のH字状振動部8も軸線O1-O1から離間する方向となる矢示C2方向に向けて変位するものである。

【0041】9、9、…は基板1上の四隅側に離間して設けられた4個の振動用固定部で、該各振動用固定部9は、図1に示すように回転振動体4の口字状枠部4A、4Bを前、後から挟み、基板1上に固定されている。

【0042】10、10、…は振動用固定部9から回転振動体4に向けて突出して形成された固定側振動電極で、該各固定側振動電極10は、振動用固定部9に向けて突出して形成された9枚の電極板10Aによって構成されている。また、各電極板10Aは、回転振動体4の回転方向に沿って延びるものの、軸線O2-O2から前、後方向(Y軸方向)に離間して設けられるため、Y軸方向に対して僅かに傾斜している。そして、各電極板10Aは、回転振動体4に一体形成された後述の各電極板11Aと隙間をもって交互に対面している。

【0043】11、11、…は回転振動体4に形成された可動側振動電極で、該各可動側振動電極11は、口字状枠部4A、4Bの外側に配設されている。そして、可動側振動電極11は、振動用固定部9に向けて前、後方向(Y軸方向)に突出した9枚の電極板11Aによって構成されている。また、電極板11Aは、回転振動体4

の回転方向に向って延び、Y軸方向に対して僅かに傾斜すると共に、これらの電極板11Aはくし状に配置されている。そして、可動側振動電極11は、固定側振動電極10と共に振動発生部12A～12Dを構成するものである。

【0044】12A, 12B, 12C, 12Dは回転振動体4の周囲に位置して4箇所設けられた回転振動発生手段としての振動発生部で、該各振動発生部12A～12Dは、固定側振動電極10と可動側振動電極11とによって第1～第4の振動発生器を構成している。そして、固定側振動電極10の各電極板10Aと、可動側振動電極11の各電極板11Aとの間にはそれぞれ等しい隙間が形成されている。

【0045】また、振動発生部12A～12Dのうち第1, 第2の振動発生部12A, 12Bは、回転振動体4の左側に位置して前、後方向に離間して配設され、第3, 第4の振動発生部12C, 12Dは、回転振動体4の右側に位置して前、後方向に離間して配設されている。

【0046】ここで、固定側振動電極10と可動側振動電極11の間には、周波数 f_0 のパルス波または正弦波等の駆動信号を印加される。このとき、前、後に位置した電極板10A, 11A間には静電引力が周期的に発生する。また、各振動発生部12A～12Dのうち軸線O1-O1を中心として点対称な位置に配置された第1, 第4の振動発生部12A, 12Dには同位相の駆動信号が印加される。一方、第2, 第3の振動発生部12B, 12Cには、振動発生部12A, 12Dに印加される駆動信号に対して逆位相の駆動信号が印加される。

【0047】これにより、第1, 第4の振動発生部12A, 12Dは、回転振動体4のロ字状枠部4Aと共に第1のH字状振動部6を前側に変位させたときには、ロ字状枠部4Bと共に第2のH字状振動部8は振動発生部12Cを後側に変位させる。一方、第2, 第3の振動発生部12B, 12Cは、回転振動体4のロ字状枠部4Aと共に第1のH字状振動部6を後側に変位させたときには、ロ字状枠部4Bと共に第2のH字状振動部8は振動発生部12Cを前側に変位させる。

【0048】そして、回転振動体4はこのような運動を繰り返すから、振動発生部12A～12Dは、回転振動体4、第1, 第2のH字状振動部6, 8等を軸線O1-O1を中心に矢示A方向に回転振動させるものである。

【0049】13, 13は回転振動体4のロ字状枠部4A内に配設された第1の検出用固定部で、該検出用固定部13は、左、右方向に離間して基板1に固定されると共に、第1の支持梁5と第1のH字状振動部6とによって取囲まれた空間内に配設されている。

【0050】14, 14は検出用固定部13に設けられた第1の固定側電極としての第1の固定側検出電極で、該各固定側検出電極14は、検出用固定部13の前、後

両側から左、右方向に延びる腕部14Aと、後述する可動側検出電極15の各電極板15Bと隙間をもって交互に対面するように、該腕部14Aから内側に向けて突出して形成された6枚の電極板14Bとから構成される。

【0051】15, 15は第1のH字状振動部6の連結部6Bの中心から軸線O1-O1を通りX軸方向に受けて延びる軸線O2-O2に沿って左、右に突出して形成された第1の可動側電極としての第1の可動側検出電極で、該各可動側検出電極15は、X軸方向に延びる腕部15Aと、該腕部15Aに均等間隔で前、後方向(Y軸方向)に向けて延びる6枚の電極板15Bとによってアンテナ状に形成されている。そして、可動側検出電極15は固定側検出電極14と共に後述する第1の変位検出部16L, 16Rを構成するものである。

【0052】16L, 16Rは第1の変位検出手段として左、右に位置する第1の変位検出部で、該各変位検出部16L, 16Rは固定側検出電極14と可動側検出電極15とによって構成されている。

【0053】また、各変位検出部16L, 16Rは、初期時においては図3に示す状態にあり、固定側検出電極14の電極板14Bと可動側検出電極15の電極板15Bとを交互に対面させるとき、左側の変位検出部16Lの隣合う電極板14B, 15Bの離間寸法は、隙間の狭い離間寸法 d_0 と隙間の広い離間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。

【0054】一方、右側の変位検出部16Rも左側の変位検出部16Lと同様に構成され、隣合う電極板14B, 15Bの離間寸法は、隙間の狭い離間寸法 d_0 と隙間の広い離間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。そして、左側の変位検出部16Lの電極板14B, 15Bの離間寸法 d_0, d_0' と右側の変位検出部16Rの電極板14B, 15Bの離間寸法 d_0, d_0' とは、連結部6Bを挟んで左、右両側で線対称の関係になっている。

【0055】このため、初期時において、隙間の狭い離間寸法 d_0 による平行平板コンデンサの静電容量 C_0 と、同じく初期時において隙間の広い離間寸法 d_0' による平行平板コンデンサの静電容量 C_0' との関係は、下記数1のようになる。

【0056】

【数1】 $C_0 > C_0'$

【0057】このため、角速度センサが作動していない初期時には、隙間の狭い離間寸法 d_0 側のみが平行平板コンデンサとして構成されている。この結果、角速度センサに角速度 Ω が作用したときには、各変位検出部16L, 16Rは、各電極板14B, 15B間の離間寸法 d_0 の変化を静電容量の変化として検出するものである。

【0058】17, 17は回転振動体4のロ字状枠部4B内に配設された第2の検出用固定部で、該検出用固定部17は、左、右方向に離間して基板1に固定されると

共に、第2の支持梁7と第2のH字状振動部8とによって取囲まれた空間内に配設されている。

【0059】18、18は検出用固定部17に設けられた第2の固定側電極としての第2の固定側検出電極で、該各固定側検出電極18は、検出用固定部17の前、後両側から左、右方向に延びる腕部18Aと、後述する可動側検出電極19の各電極板19Bと隙間をもって交互に対面するように、該腕部18Aから内側に向けて突出して形成された6枚の電極板18Bとから構成される。

【0060】19、19は第2のH字状振動部8の連結部8Bの中心から軸線O2-O2に沿って左、右に向けて突出して形成された第2の可動側電極としての第2の可動側検出電極で、該各可動側検出電極19は、X軸方向に延びる腕部19Aと、該腕部19Aに均等間隔で前、後方向(Y軸方向)に向けて延びる6枚の電極板19Bとによってアンテナ状に形成されている。そして、可動側検出電極15は固定側検出電極14と共に後述する第2の変位検出部20L、20Rを構成するものである。

【0061】20L、20Rは第2の変位検出手段として左、右に位置する第2の変位検出部で、該各変位検出部20L、20Rは、第1の変位検出部16L、16Rとはほぼ同様に固定側検出電極18と可動側検出電極19とによって構成されている。

【0062】また、各変位検出部20L、20Rは、初期時においては図3に示す状態にあり、固定側検出電極18の電極板18Bと可動側検出電極19の電極板19Bとを交互に対面させるとき、左側の変位検出部20Lの隣合う電極板18B、19Bの離間寸法は、隙間の狭い離間寸法 d_0 と隙間の広い離間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。

【0063】一方、右側の変位検出部20Rも左側の変位検出部20Lと同様に構成され、隣合う電極板18B、19Bの離間寸法は、隙間の狭い離間寸法 d_0 と隙間の広い離間寸法 d_0' とが交互に位置した状態にある。そして、左側の変位検出部20Lの電極板18B、19Bの離間寸法 d_0 、 d_0' と右側の変位検出部20Rの電極板18B、19Bの離間寸法 d_0 、 d_0' とは、連結部8Bを挟んで左、右両側で線対称の関係になっている。

【0064】このため、第2の変位検出器20L、20Rは、第1の変位検出器16L、16Rと同様に隙間の狭い離間寸法 d_0 側のみに平行平板コンデンサとして構成され、離間寸法 d_0 側の静電容量 C_1 は、第1の変位検出器16L、16Rの静電容量 C_0 とはほぼ等しい値に設定されている。この結果、角速度センサに角速度 Ω が作用したときには、各変位検出部20L、20Rは、各電極板18B、19B間の離間寸法 d_0 の変化を静電容量の変化として検出するものである。

【0065】本実施の形態による角速度センサは、上述

した如くに構成され、次に軸線O1-O1(Z軸)の周りに角速度 Ω を加えた場合の基本的な検出動作について図4を参照しつつ説明する。

【0066】まず、振動発生部12A~12Dに駆動信号を印加すると、各電極板10A、11A間に静電引力が交互に作用し、回転振動体4は軸線O1-O1を中心に回転振動する。

【0067】このとき、第1、第2のH字状振動部6、8はY軸方向に振動する。また、第1のH字状振動部6がY軸方向の後側に変位したときには、第2のH字状振動部8がY軸方向の前側に変位する。一方、第1のH字状振動部6がY軸方向の前側に変位したときには、第2のH字状振動部8がY軸方向の後側に変位する。

【0068】この状態で、軸線O1-O1の周りに角速度 Ω が加わると、X軸方向に下記の数2に示すコリオリ力 F (慣性力)が発生する。

【0069】

【数2】 $F = 2m\Omega v$

m : 第1、第2のH字状振動部6、8の質量

Ω : 角速度

v : 第1、第2のH字状振動部6、8のY軸方向の速度

【0070】そして、このコリオリ力 F によって、第1、第2のH字状振動部6、8はX軸方向に振動する。このとき、第1の変位検出部16L、16Rは、第1のH字状振動部6の振動変位を、固定側検出電極14と可動側検出電極15との間の静電容量の変化として検出し、変位信号を出力する。また、第2の変位検出部20L、20Rは、第2のH字状振動部8の振動変位を、固定側検出電極18と可動側検出電極19との間の静電容量の変化として検出し、変位信号を出力する。このため、第1の変位検出部16L、16Rによる変位信号と第2の変位検出部20L、20Rによる変位信号とを用いることによって、軸線O1-O1の周りの角速度 Ω を検出することができる。

【0071】次に、軸線O1-O1の周りの角速度 Ω を検出するときの、第1の変位検出部16L、16Rによる変位信号と第2の変位検出部20L、20Rによる変位信号との演算方法について説明する。

【0072】まず、図4に示すように第1、第2のH字状振動部6、8が基板1の右方向、左方向となる矢示B1、C1方向に変位したときについて説明する。ここで、第1の変位検出部16L、16Rの各電極板14B、15Bは、連結部6Bを挟んで左、右両側で、離間寸法 d_0 、 d_0' の離間関係が線対称となるように配設されている。このため、第1の変位検出部16L、16Rのうち左側の変位検出部16Lでは、電極板14B、15B間の離間寸法 d_0 が変位寸法(+ Δdc_0)だけ大きくなる。このとき、左側の変位検出部16Lは、変位容量(- ΔCc_0)の変位信号を出力する。

【0073】ここで、変位寸法(+ Δdc_0)とは、コリ

オリ力Fによって第1のH字状振動部6が変位し、電極板14B、15B間の離間寸法が初期時の離間寸法 d_0 に対して増加したときの離間寸法の変化分を示している。また、変位容量 $(-\Delta C_{c0})$ とは、電極板14B、15B間の離間寸法が変位寸法 $(+\Delta d_{c0})$ だけ増加し、電極板14B、15B間の静電容量が初期時の静電容量 C_0 に対して減少したときの静電容量の変化分を示している。

【0074】一方、連結部6Bの右側の変位検出部16Rでは、電極板14B、15B間の離間寸法 d_0 が変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ だけ小さくなる。このとき、右側の変位検出部16Rは、変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力する。即ち、第1のH字状振動部6が左側に変位したときには、左側、右側の変位検出部18L、18Rの変位寸法、変位容量は下記表1に示すようになる。

【0075】ここで、変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ とは、コリオリ力Fによって第1のH字状振動部6が変位し、電極板14B、15B間の離間寸法が初期時の離間寸法 d_0 に対して減少したときの離間寸法の変化分を示している。また、変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ とは、電極板14B、15B間の離間寸法が変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ だけ減少し、電極板14B、15B間の静電容量が初期時の静電容量 C_0 に対して増加したときの静電容量の変化分を示している。

【0076】次に、第2の変位検出部20L、20Rによる変位信号について説明する。ここで、第1、第2のH字状振動部6、8はY軸方向に対して互いに逆方向に振動しているから、第2のH字状振動部8に作用するコ

リオリ力Fの方向は、第1のH字状振動部6に作用するコリオリ力Fの方向に対して逆方向となる。このため、第1のH字状振動部6が基板1の右方向となる矢示B1方向に変位したときには、第2のH字状振動部8は基板1の左方向となる矢示C1方向に変位する。

【0077】また、第1、第2の支持梁5、7のばね定数をほぼ等しい値に設定される共に、第1、第2のH字状振動部6、8の質量はほぼ等しい値に設定されている。このため、第2のH字状振動部8がコリオリ力Fによって矢示C1方向に変位するときの変位寸法は、第1のH字状振動部6がコリオリ力Fによって矢示B1方向に変位するときの変位寸法とほぼ等しい値になる。

【0078】このため、第2の変位検出部20L、20Rのうち左側の変位検出部20Lでは、電極板18B、19B間の離間寸法 d_0 が変位寸法 $(-\Delta d_{c0})$ だけ小さくなる。そして、左側の変位検出部20Lは、変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力する。

【0079】一方、右側の変位検出部20Rでは、電極板18B、19B間の離間寸法 d_0 が変位寸法 $(+\Delta d_{c0})$ だけ大きくなる。そして、右側の変位検出部20Rは、変位容量 $(-\Delta C_{c0})$ の変位信号を出力する。即ち、第1のH字状振動部6が矢示B1方向に変位すると共に、第2のH字状振動部8が矢示C1方向に変位したときには、各変位検出部16L、16R、20L、20Rの変位寸法、変位容量は下記表1に示すようになる。

【0080】

【表1】

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部16L	$+\Delta d_{c0}$	$-\Delta C_{c0}$
右側の変位検出部16R	$-\Delta d_{c0}$	$+\Delta C_{c0}$
左側の変位検出部20L	$-\Delta d_{c0}$	$+\Delta C_{c0}$
右側の変位検出部20R	$+\Delta d_{c0}$	$-\Delta C_{c0}$

【0081】そして、右側の変位検出部16Rによる変位信号から左側の変位検出部16Lによる変位信号を下記数3に示す如く減算することにより、 $(2 \times \Delta C_{c0})$ の変位信号を検出することができる。

【0082】

【数3】 $(2 \times \Delta C_{c0}) = +\Delta C_{c0} - (-\Delta C_{c0})$

【0083】また、左側の変位検出部20Lによる変位信号から右側の変位検出部20Rによる変位信号を下記数4に示す如く減算することにより、 $(2 \times \Delta C_{c0})$ の変位信号を検出することができる。

【0084】

【数4】 $(2 \times \Delta C_{c0}) = +\Delta C_{c0} - (-\Delta C_{c0})$

【0085】そして、これら2つの変位信号を下記数5に示す如く加算することによって、 $(4 \times \Delta C_{c0})$ の変

位信号を検出することができ、例えば左側の変位検出部16Lのみで静電容量の変化を検出したときに比べて、角速度 Ω の検出精度を高めることができる。

【0086】

【数5】

$(4 \times \Delta C_{c0}) = (2 \times \Delta C_{c0}) + (2 \times \Delta C_{c0})$

【0087】なお、第1、第2のH字状振動部6、8が角速度 Ω のコリオリ力Fによって矢示B1、C1方向に変位したときについて説明したが、第1、第2のH字状振動部6、8がコリオリ力Fによって矢示B2、C2方向に変位したときであっても、変位容量の符号が変わる以外はほぼ同様の変位信号を検出することができる。

【0088】即ち、第1の変位検出部16L、16Rでは変位容量 $(+\Delta C_{c0})$ 、 $(-\Delta C_{c0})$ の変位信号を出

力し、第2の変位検出部20L、20Rでは変位容量 $(-\Delta Cc0)$ 、 $(+\Delta Cc0)$ の変位信号を出力する。このため、数3、数4と同様に2つの変位信号を減算することによって、 $\{2 \times (-\Delta Cc0)\}$ の変位信号を検出することができる。そして、数5と同様にこれら2つの変位信号を加算することによって、 $\{4 \times (-\Delta Cc0)\}$ の変位信号を検出することができる。

【0089】次に、軸線O1-O1周りに角速度 Ω を加えつつ、軸線O2-O2の方向に加速度Gを加えた場合の検出動作について図5を参照しつつ説明する。

【0090】まず、振動発生部12A~12Dに駆動信号を印加し、回転振動体4を回転振動させる。これにより、第1、第2のH字状振動部6、8はY軸の方向に振動する。この状態で、軸線O1-O1の周りに角速度 Ω が加わると、コリオリ力Fによって、第1、第2のH字状振動部6、8はX軸の方向に振動する。

【0091】また、角速度センサの全体にX軸方向に沿って例えば右側に向う加速度Gが作用したときには、第1、第2のH字状振動部6、8は、この加速度Gとは逆方向となる左側に向ってX軸の方向に変位する。このように、第1、第2のH字状振動部6、8には、角速度 Ω によるコリオリ力Fと加速度Gとが作用することになる。

【0092】そこで、図5に示すように、角速度 Ω によるコリオリ力Fによって第1、第2のH字状振動部6、8が基板1の右方向、左方向となる矢示B1、C1方向に変位したときについて説明する。

【0093】角速度 Ω によって第1、第2のH字状振動部6、8は矢示B1、C1方向に変位するから、第1の変位検出部16L、16Rのうち左側の変位検出部16Lでは、コリオリ力Fによって電極板14B、15B間の離間寸法d0が変位寸法 $(+\Delta dc0)$ だけ大きくなり、変位信号は変位容量 $(-\Delta Cc0)$ だけ減少する。また、右側の変位検出部16Rでは、コリオリ力Fによって電極板14B、15B間の離間寸法d0が変位寸法 $(-\Delta dc0)$ だけ小さくなり、変位信号は変位容量 $(+\Delta Cc0)$ だけ増加する。

【0094】一方、第2の変位検出部20L、20Rのうち左側の変位検出部20Lでは、コリオリ力Fによって電極板18B、19B間の離間寸法d0が変位寸法 $(-\Delta dc0)$ だけ小さくなり、変位信号は変位容量 $(+\Delta Cc0)$ だけ増加する。また、右側の変位検出部20Rでは、コリオリ力Fによって電極板14B、15B間の離間寸法d0が変位寸法 $(+\Delta dc0)$ だけ大きくなり、変位信号は変位容量 $(-\Delta Cc0)$ だけ減少する。

【0095】さらに、加速度Gによって第1、第2のH字状振動部6、8はいずれも矢示C1方向に変位するから、第1の変位検出部16L、16Rのうち左側の変位検出部16Lでは、加速度Gによって電極板14B、15B間の離間寸法d0が変位寸法 $(-\Delta dg0)$ だけ小さくなり、変位信号は変位容量 $(+\Delta Cg0)$ だけ増加する。また、右側の変位検出部16Rでは、加速度Gによって電極板14B、15B間の離間寸法d0が変位寸法 $(+\Delta dg0)$ だけ小さくなり、変位信号は変位容量 $(-\Delta Cg0)$ だけ減少する。

【0096】ここで、変位寸法 $(-\Delta dg0)$ とは、加速度Gによって第1のH字状振動部6が変位し、電極板14B、15B間の離間寸法が初期時の離間寸法d0に対して減少したときの離間寸法の変化分を示している。そして、変位容量 $(+\Delta Cg0)$ とは、電極板14B、15B間の離間寸法が変位寸法 $(-\Delta dg0)$ だけ減少し、電極板14B、15B間の静電容量が初期時の静電容量C0に対して増加したときの静電容量の変化分を示している。

【0097】また、変位寸法 $(+\Delta dg0)$ とは、加速度Gによって第1のH字状振動部6が変位し、電極板14B、15B間の離間寸法が初期時の離間寸法d0に対して増加したときの離間寸法の変化分を示している。そして、変位容量 $(-\Delta Cg0)$ とは、電極板14B、15B間の離間寸法が変位寸法 $(+\Delta dg0)$ だけ増加し、電極板14B、15B間の静電容量が初期時の静電容量C0に対して減少したときの静電容量の変化分を示している。

【0098】一方、第2の変位検出部20L、20Rのうち左側の変位検出部20Lでは、加速度Gによって電極板18B、19B間の離間寸法d0が変位寸法 $(-\Delta dg0)$ だけ小さくなり、変位信号は変位容量 $(+\Delta Cg0)$ だけ増加する。また、右側の変位検出部16Rでは、加速度Gによって電極板14B、15B間の離間寸法d0が変位寸法 $(+\Delta dg0)$ だけ大きくなり、変位信号は変位容量 $(-\Delta Cg0)$ だけ減少する。

【0099】即ち、角速度 Ω によって第1、第2のH字状振動部6、8が矢示B1、C1方向に変位すると共に、加速度Gによって第1、第2のH字状振動部6、8が矢示C1方向に変位したときには、各変位検出部16L、16R、20L、20Rの変位寸法、変位容量は下記表2に示すようになる。

【0100】

【表2】

	変位寸法	変位容量
左側の変位検出部16L	$+\Delta dc0 - \Delta dg0$	$-\Delta Cc0 + \Delta Cg0$
右側の変位検出部16R	$-\Delta dc0 + \Delta dg0$	$+\Delta Cc0 - \Delta Cg0$
左側の変位検出部20L	$-\Delta dc0 - \Delta dg0$	$+\Delta Cc0 + \Delta Cg0$
右側の変位検出部20R	$+\Delta dc0 + \Delta dg0$	$-\Delta Cc0 - \Delta Cg0$

【0101】そして、右側の変位検出部16Rによる変位信号から左側の変位検出部16Lによる変位信号を下記数6に示す如く減算したときには、 $(2 \times \Delta Cc0 - 2 \times \Delta Cg0)$ の変位信号を検出することになる。

【0102】

【数6】 $(2 \times \Delta Cc0 - 2 \times \Delta Cg0) = +\Delta Cc0 - \Delta Cg0 - (-\Delta Cc0 + \Delta Cg0)$

【0103】また、左側の変位検出部20Lによる変位信号から右側の変位検出部20Rによる変位信号を下記数7に示す如く減算することにより、 $(2 \times \Delta Cc0 + 2 \times \Delta Cg0)$ の変位信号を検出することができる。

【0104】

【数7】 $(2 \times \Delta Cc0 + 2 \times \Delta Cg0) = +\Delta Cc0 + \Delta Cg0 - (-\Delta Cc0 - \Delta Cg0)$

【0105】そして、これら2つの変位信号を下記数8に示す如く加算することによって、 $(4 \times \Delta Cc0)$ の変位信号を検出することができ、加速度Gに基づく変位信号 $(2 \times \Delta Cg0)$ を相殺し、角速度 Ω に基づく変位信号 $(4 \times \Delta Cc0)$ のみを取り出すことができる。

【0106】

【数8】 $(4 \times \Delta Cc0) = (2 \times \Delta Cc0 + 2 \times \Delta Cg0) + (2 \times \Delta Cc0 - 2 \times \Delta Cg0)$

【0107】これにより、X軸方向に加わる加速度Gの影響を受けずに角速度 Ω に基づく変位信号のみを取り出すことができ、角速度 Ω の検出精度を向上させることができる。

【0108】なお、第1、第2のH字状振動部6、8が角速度 Ω のコリオリ力Fによって矢示B1、C1方向に変位したときについて説明したが、第1、第2のH字状振動部6、8がコリオリ力Fによって矢示B2、C2方向に変位したときであっても、角速度 Ω による変位容量の符号が変わる以外はほぼ同様の変位信号を検出することができる。

【0109】即ち、第1の変位検出部16L、16Rでは変位容量 $(+\Delta Cc0 + \Delta Cg0)$ 、 $(-\Delta Cc0 - \Delta Cg0)$ の変位信号を出力し、第2の変位検出部20L、20Rでは変位容量 $(-\Delta Cc0 + \Delta Cg0)$ 、 $(+\Delta Cc0 - \Delta Cg0)$ の変位信号を出力する。このため、数6、数7と同様に2つの変位信号を減算することによって、 $\{2 \times (-\Delta Cc0) - 2 \times \Delta Cg0\}$ 、 $\{2 \times (-\Delta Cc0) + 2 \times \Delta Cg0\}$ の変位信号を検出することができる。そして、数8と同様にこれら2つの変位信号を加算すること

によって、加速度Gに基づく変位信号 $(2 \times \Delta Cg0)$ を相殺し、角速度 Ω に基づく変位信号 $\{4 \times (-\Delta Cc0)\}$ のみを取り出すことができる。

【0110】かくして、本実施の形態では、回転振動体4の両側にX軸方向に振動可能な第1、第2のH字状振動部6、8を設け、第1のH字状振動部6に生じるX軸方向への変位容量を検出する第1の変位検出部16L、16Rと、第2のH字状振動部8に生じるX軸方向への変位容量を検出する第2の変位検出部20L、20Rとを設けている。第1の変位検出部16L、16Rによって検出された第1のH字状振動部6の変位容量を用いて、角速度 Ω による変位容量と加速度Gによる変位容量とを加算した信号を検出することができる。一方、第2の変位検出部20L、20Rによって検出された第2のH字状振動部8の変位容量を用いて、角速度 Ω による変位容量と加速度Gによる変位容量とを減算した信号を検出することができる。

【0111】このため、第1、第2のH字状振動部6、8が角速度 Ω によって変位するのに加えて、加速度Gによって変位したときでも、第1の変位検出部16L、16Rによって検出された変位信号と第2の変位検出部20L、20Rによって検出された変位容量とを用いて、加速度Gによる変位容量を相殺することができる。これにより、角速度 Ω の検出感度を向上させることができる。

【0112】また、4本の回転支持梁3を基板1上に設けられた支持部2と回転振動体4との間に渦巻状に配置したから、各回転支持梁3を全体に亘って撓み変形させることによって、回転振動体4を軸線O1-O1を中心として回転振動させることができる。

【0113】また、第1のH字状振動部6と第2のH字状振動部8とを軸線O1-O1を中心としてX軸方向で点対称な位置に設けたから、回転振動体4を回転振動させたときに、第1のH字状振動部6と第2のH字状振動部8とをY軸方向に沿ってほぼ反対方向に同一の速度で振動させることができる。これにより、角速度 Ω によって第1、第2のH字状振動部6、8が変位するときの変位寸法をほぼ等しくすることができる。このため、第1の変位検出部16L、16Rによる変位信号と第2の変位検出部20L、20Rによる変位信号とのうち、角速度 Ω による信号の大きさをほぼ等しくことができ、いずれか一方の変位信号が小さいときに比べて角速度 Ω の検出精度を高めることができる。

【0114】また、第1、第2の支持梁5、7のばね定数をほぼ等しい値に設定すると共に、第1、第2のH字状振動部6、8の質量をほぼ等しい値に設定したから、X軸の方向に加速度Gが加わったときには、第1のH字状振動部6と第2のH字状振動部8とがほぼ等しい寸法だけ変位する。このため、種々の演算を施すことなく、第1の変位検出部16L、16Rによる変位信号と第2の変位検出器20L、20Rによる変位信号とを用いることによって、加速度Gによる変位容量を容易に相殺することができる。

【0115】また、回転振動体4は、左、右両側に口字状枠部4A、4Bを有し、各口字状枠部4A、4B内には第1、第2のH字状振動部6、8を配設すると共に、第1の変位検出器16L、16Rを第1のH字状振動部6に設けられた第1の可動側検出電極15と基板1上に設けられた第1の固定側検出電極14とから構成し、前記第2の変位検出器20L、20Rを、第2のH字状振動部8に設けられた第2の可動側検出電極19と基板1上に設けられた第2の固定側検出電極18とから構成している。これにより、回転振動体4が回転振動したときには、各口字状枠部4A、4B内に配設された第1、第2のH字状振動部6、8を、前、後方向で互いに逆方向に振動させることができる。

【0116】そして、第1の固定側検出電極14と第1の可動側検出電極15とによって、これらの電極板14B、15B間の静電容量を検出し、第1のH字状振動部6のX軸方向の変位量を検出することができる。また、第2の固定側検出電極18と第2の可動側検出電極19とによって、これらの電極板18B、19B間の静電容量を検出し、第2のH字状振動部8のX軸方向の変位量を検出することができる。

【0117】さらに、第1、第4の振動発生器12A、12Dには同位相の駆動信号を入力して第1のH字状振動部6を前側に変位させるときには第2のH字状振動部8を後側に変位させると共に、第2、第3の振動発生部12B、12Cには同位相の駆動信号を入力して第1のH字状振動部6を後側に変位させるときには第2のH字状振動部8を前側に変位させる構成としている。これにより、第1～第4の振動発生部12A～12Dは、中心軸を中心として回転振動体を回転振動させることができると共に、第1、第2のH字状振動部6、8を前、後方向(Y軸方向)で互いに逆方向に変位させることができる。

【0118】なお、実施の形態では、固定側振動電極10の電極板10Aを9枚、可動側振動電極11の電極板11Aを9枚とした場合を例示したが、これに限らず、9枚以上にしてもよく、枚数を増やすことにより、振動発生部12A～12Dで発生する駆動力を増やすことができる。

【0119】また、実施の形態では、第1、第2の固定

側検出電極14、18の電極板14B、18Bを6枚、第1、第2の可動側検出電極15、19の電極板15B、19Bを6枚とした場合を例示したが、これに限らず、8枚以上にしてもよく、枚数を増やすことにより、変位検出部16L、20L(16R、20R)での検出感度を高めることができる。

【0120】

【発明の効果】以上詳述した如く、請求項1の発明によれば、回転振動体の両側に左、右方向に振動可能な第1、第2の振動体を設け、第1の振動体に生じる左、右方向への変位を検出する第1の変位検出部と、第2の振動体に生じる左、右方向への変位を検出する第2の変位検出部とを設けている。これにより、第1の変位検出部によって検出された第1の振動体の変位容量を用いて、角速度による変位容量と加速度による変位容量とを加算した信号を検出することができる。一方、第2の変位検出部によって検出された第2の振動体の変位容量を用いて、角速度による変位容量と加速度による変位容量とを減算した信号を検出することができる。

【0121】このため、第1、第2の振動体が角速度によって変位するのに加えて、加速度によって変位したときでも、第1の変位検出部によって検出された変位信号と第2の変位検出部によって検出された変位容量とを用いて、加速度による変位容量を相殺することができる。これにより、角速度の検出感度を向上することができる。

【0122】また、請求項2の発明によれば、回転支持梁を基板上に設けられた支持部と回転振動体との間に渦巻状に配置したから、回転支持梁を全体に亘って撓み変形させることによって、回転振動体を中心軸を中心として回転振動可能に支持することができる。

【0123】また、請求項3の発明によれば、第1の振動体と第2の振動体とを回転軸を中心として左、右方向に点対称な位置に設けたから、回転振動体を回転振動させたときに、第1の振動体と第2の振動体とを前、後方向に沿ってほぼ反対方向に同一の速度で振動させることができる。これにより、角速度によって第1、第2の振動体が変位するときの変位寸法をほぼ等しくすることができる。このため、第1の変位検出部による変位信号と第2の変位検出器による変位信号とのうち、角速度による信号の大きさをほぼ等しくすることができ、いずれか一方の変位信号が小さいときに比べて角速度の検出精度を高めることができる。

【0124】また、請求項4の発明によれば、第1、第2の支持梁のばね定数をほぼ等しい値に設定すると共に、第1、第2の振動体の質量をほぼ等しい値に設定したから、左、右方向に加速度が加わったときには、第1の振動体と第2の振動体とがほぼ等しい寸法だけ変位する。このため、種々の演算を施すことなく、第1、第2の変位検出部による変位信号とを用いることによって、

加速度による変位容量を容易に相殺することができる。

【0125】また、請求項5の発明によれば、回転振動体は、左、右両側に口字状枠部を有し、各口字状枠部内には第1、第2の振動体となる第1、第2のH字状振動部を配設すると共に、第1の変位検出手段を第1のH字状振動部に設けられた第1の可動側電極と基板上に設けられた第1の固定側電極とから構成し、前記第2の変位検出手段を、第2のH字状振動部に設けられた第2の可動側電極と基板上に設けられた第2の固定側電極とから構成している。これにより、回転振動体が回転振動したときには、各口字状枠部に配設された第1、第2のH字状振動部を、前、後方向で互いに逆方向に振動させることができる。

【0126】そして、第1の固定側電極と第1の可動側電極とによって、これらの間の静電容量を検出し、第1のH字状振動部の左、右方向の変位量を検出することができる。また、第2の固定側電極と第2の可動側電極とによって、これらの間の静電容量を検出し、第2のH字状振動部の左、右方向の変位量を検出することができる。

【0127】さらに、請求項6の発明によれば、振動発生手段を第1～第4の振動発生器によって構成し、第1、第4の振動発生器には同位相の駆動信号を入力して第1の振動体を前側に変位させるときには第2の振動体を後側に変位させると共に、第2、第3の振動発生器には同位相の駆動信号を入力して第1の振動体を後側に変位させるときには第2の振動体を前側に変位させる構成としている。これにより、第1～第4の振動発生器は、中心軸を中心として回転振動体を回転振動させることができると共に、第1、第2の振動体を前、後方向で互いに逆方向に変位させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態による角速度センサを示す正面図である。

【図2】図1中の矢示II-II方向からみた縦断面図である。

【図3】初期時の第1、第2のH字状振動部等の状態を拡大して示す正面図である。

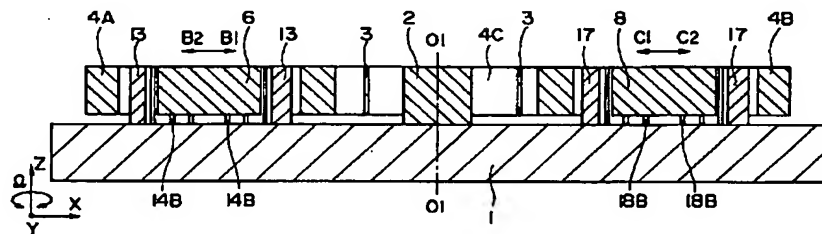
【図4】軸線O1-O1周りに角速度 Ω が加わったときの第1、第2のH字状振動部等の状態を拡大して示す正面図である。

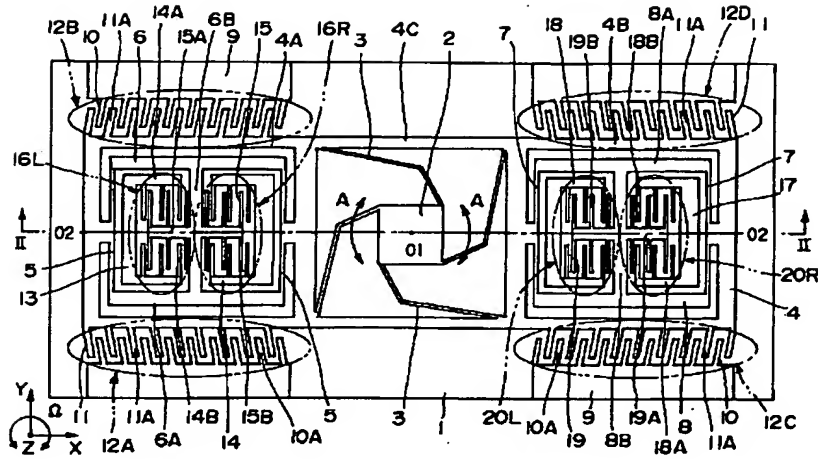
【図5】軸線O1-O1周りに角速度 Ω を加えつつ、X軸方向に加速度Gを加えたときの第1、第2のH字状振動部等の状態を拡大して示す正面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 支持部
- 3 回転支持梁
- 4 回転振動体
- 4A, 4B 口字状枠部
- 5 第1の支持梁
- 6 第1のH字状振動部(第1の振動体)
- 7 第2の支持梁
- 8 第2のH字状振動部(第2の振動体)
- 12A, 12B, 12C, 12D 振動発生部(回転振動発生手段)
- 14 第1の固定側検出電極(第1の固定側電極)
- 15 第1の可動側検出電極(第1の可動側電極)
- 16L, 16R 第1の変位検出部(第1の変位検出手段)
- 18 第2の固定側検出電極(第2の固定側電極)
- 19 第2の可動側検出電極(第2の可動側電極)
- 20L, 20R 第2の変位検出部(第2の変位検出手段)

【図2】





(14) 冊2000-28366 (P2000-283頁)

【図5】

